

**PENELITIAN PENINGKATAN KUALITAS FCD 700 DENGAN  
PROSES *AUSTEMEPRING***

**SKRIPSI**

*Laporan Ini Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Sarjana Strata-1 Jurusan  
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung*

**Oleh:**

Im Yumyati

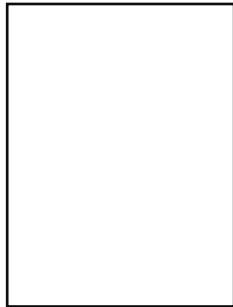
153030009



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**  
**“PENELITIAN PENINGKATAN KUALITAS FCD 700 DENGAN**  
**PROSES *AUSTEMPRING*”**

---



Nama : Iim Yummyati

NPM : 153030009

Dosen Pembimbing I

Ir. Bukti Tarigan , MT

Dosen Pembimbing II

Moch Iqbal Zaelana M, S.T

## ABSTRAK

Dalam merekayasa material tidak hanya berdasarkan sifat mekanik yang baik dan tahan korosi yang baik, melainkan sisi ekonomis dari material baru tersebut. Salah satu material baru tersebut adalah *austempered ductile iron* (ADI). ADI merupakan besi tuang nodular yang telah mengalami perlakuan panas, yaitu *austempering*. *Austempering* dilakukan pada besi tuang nodular agar diperoleh sifat mekanik seperti keuletan, kekerasan dan ketangguhan yang tinggi sesuai dengan penggunaannya. Pada penelitian ini, akan dilakukan proses *two-step austempering* diawali dengan proses pemanasan sampel uji hingga 900 °C dan ditahan selama 60 menit.

Pada perlakuan panas *austempering*, mula-mula material dipanaskan sampai temperatur 900 °C kemudian ditahan selama 1 jam. lalu material dipindahkan ke dapur salt bath untuk proses *austempering* pada temperatur 300 °C dan 400 °C dengan *holding time* masing-masing selama 2 jam, 3 jam dan 4 jam dan kemudian didingin dengan udara. Untuk menunjang penelitian ini dilakukan beberapa pengujian meliputi strukturmikro dan kekerasan.

Dari hasil pengujian strukturmikro bahwa semakin tinggi temperatur austenit yang digunakan struktur mikro mengalami perubahan yaitu austenit semakin banyak, butiran semakin besar dan bainit yang diperoleh semakin sedikit. Nilai kekerasan mengalami kenaikan dibandingkan dengan material *as cast*. Seiring kenaikan temperatur *austempering* dan *holding time* akan menyebabkan penurunan nilai kekerasan pada material setelah perlakuan.

**Kata kunci:** *Austempered ductile iron, austempering, holding time, FCD 700, Bainit.*

## ABSTRACT

*In change of material, isn't based on good mechanical properties and good resistance corrosion, but economics effect from new materials. One of new material are austempered ductile iron (ADI). ADI is nodular cast iron who get heat treatment, that is austempering. Austempering will be done at nodular cast iron in order to gotten mechanical properties like ductility, hardness and high toughness as according to its use. In this study, two-step austempering process was initiated with a test sample heating process of up to 900 °C and held for 60 minutes.*

*In the Austempering heat treatment of the ductile iron FCD 600, the material initially warmed up to the austenisation temperature, which is 900 °C, the warming up is then held for an hour. Afterwards, the material is then moved into the salt bath furnace for getting the austempering process in 300 °C, and 400 °C with the holding time for 2, 3, and 4 hours respectively and Cooled down with air. To support this research, several tests include structural and hardness.*

*The result microstructure which used the higher austenitizing temperature, microstructure will change, its increasing austenite, bigger grain size and bainite which is gotten decrease, hardness value of austempered material increased in comparison with the as cast material. As the austempering temperature and holding time rise will cause increasing hardness in material impairment after treatment.*

**Keywords:** *Austempered ductile iron, austempering, holding time, FCD 700, bainite.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum. Wr. Wb.*

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat, nikmat dan kekuasaan-Nyalah penulis dapat, menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir saya yang berjudul “Penelitian Peningkatan Kualitas FCD 700 Dengan Proses *Austempering*” ini ditempuh untuk memenuhi salah satu syarat mencapai Strata Satu (S-1) di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu saran dan kritik dari pembaca sangat diharapkan penulis sebagai acuan dan motivasi untuk perbaikan di masa yang akan datang, semoga laporan ini berguna bagi penulis dan untuk pihak-pihak lain sebagai acuan untuk kebutuhan ilmu pengetahuan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu baik secara moriil maupun materi, pihak tersebut antara lain :

1. Kedua orang tua tercinta, yang tanpa henti memberikan kasih sayang, dukungan moriil dan material serta doa yang tiada hentinya diberikan untuk penulis.
2. Bapak Ir. Bukti Tarigan, MT. selaku pembimbing I yang selalu memberikan masukan, baik pikiran, tenaga, serta fasilitasnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Moch. Iqbal Zaelana. M, ST. selaku Pembimbing II yang selalu memberikan masukan, baik pikiran, tenaga, serta fasilitasnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik.
4. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Mesin angkatan 2015 yang tidak bisa penulis sebut satu-persatu yang telah memotivasi selama penulisan skripsi ini.
5. Teman-teman dikampus khususnya pengurus Himpunan Mahasiswa Mesin UNPAS periode 2018-2019 kabinet “AL-FATIH” yang telah membantu dan memberikan motivasi untuk menyelesaikan dalam penyelesaian penulisan skripsi ini, salam “SOLIDARITY FOREVER”.

6. Terimakasih kepada segenap Dosen dan Staf TU Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung.

Penulis menyadari bahwa masih banyaknya kekurangan dalam penulisan Skripsi ini, penulis mohon saran dan kritik yang membangun agar dapat menjadi lebih baik lagi. Penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pihak yang membacanya.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu dalam bidang teknologi material bersifat dinamis dan selalu mengalami perkembangan. Perkembangan tersebut bertujuan untuk memaksimalkan teknologi terdahulu yang salah satunya berupa memodifikasi material yang telah ada sebelumnya kemudian dilakukan modifikasi tersebut. Besi cor nodular banyak digunakan dalam pembuatan komponen konstruksi (*arms, sprockets, tool holder*) maupun komponen otomotif (*camshaft, crankshaft, gear, bosh*). Besi cor nodular memiliki bentuk grafit berupa bola-bola kecil (nodul), hal ini yang membedakan besi cor nodular dengan besi cor lainnya serta sifat mekanik seperti kekuatan dan keuletan yang relatif tinggi sehingga pada pengaflikasian tertentu dapat menggantikan baja yang dimiliki mendekati baja. Salah satu material baru tersebut adalah *austempered ductile iron* (ADI) merupakan material hasil pengembangan dari material besi cor nodular (BCN) yang diberi perlakuan panas berupa *austempering*. Pemberian perlakuan panas *austempering*, memberikan peningkatan yang cukup signifikan terhadap material ADI terutama terhadap kekuatan material.

Untuk meningkatkan sifat mekanik besi cor dilakukan juga dengan cara mengatur fasa yang terbentuk pada matriks besi cor. Jika besi cor nodular di austenitisasi dan dicelup ke dalam media pendingin pada temperatur *austempering* 238 °C - 550 °C selama waktu tertentu maka akan diperoleh besi cor nodular yang meningkat kekuatan dan keuletannya. Perubahan sifat mekanik dapat berlangsung karena proses tersebut (*austempering*) menyebabkan terjadinya perubahan mikrostruktur pada matriks besi cor dimana pada matriks muncul struktur ausferrit, terdiri dari austenit karbon tinggi dan *acicular ferrit* beserta grafit nodul yang menyebar. [1]

*Austempering ductile iron* terbuat dari besi cor nodular (*ductile iron*) yang melalui proses perlakuan panas *austempering*. Proses *austempering* merupakan pemanasan material (besi cor nodular) hingga terbentuk fasa *austenit* lalu material didinginkan cepat (*quenching*) pada media *saltbath* ( $\text{KNO}_3$  dan  $\text{NaNO}_3$ ) yang telah dipanaskan

diatas suhu *martensite start*, kemudian temperatur material ditahan hingga austenit bertransformasi penuh. Setelah itu material didinginkan pada temperatur ruang. [2]

Pada penelitian ini, bahan dasar pembuatan ADI adalah besi cor nodular FCD 700 non standar dengan presentase karbon melebihi standar JIS G5502 yang akan melewati proses perlakuan panas *austempering* dengan variasi temperatur dan waktu. Besi cor nodular FCD 700 merupakan material *crankshaft* yang diperoleh dari pengecoran di Balai Besar Logam dan Mesin. Dari hasil perlakuan panas ini akan dipelajari pengaruh variasi temperatur dan waktu *austempering* terhadap sifat mekanik dan struktur mikro besi cor nodular FCD 700.

Maka diharapkan pada pemanasan *austempering* dengan variasi waktu penahana pada tahap *austempering* sebagaimana menjadi fokus pada penelitian ini, dapat dihasilkan peningkatan sifat material yang ditandai dengan meningkatnya nilai pengujian mekanik dengan acuan pembanding berupa material besi cor nodular dalam kondisi *as-cast*.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Menganalisa pengaruh variasi temperatur dan waktu *austempering* pada material FCD 700 terhadap struktur mikro dan kekerasan?
2. Menentukan temperatur dan waktu tempering yang paling optimal.?

## **1.3 Rumusan Masalah**

Agar latar belakang penelitian, penulisan dapat menentukan perumusan permasalahan agar tidak terlalu meluas dan peneliti dapat mencapai tujuannya. Adapun rumusan masalah yang didapat adalah:

1. Bagaimana pengaruh temperatur dan variasi waktu *austempering* terhadap struktur mikro material *ferro cast ductile* (FCD) 700?
2. Bagaimana pengaruh temperatur dan variasi waktu *austempering* terhadap kekerasan material FCD 700?



#### **1.4 Batasan Masalah**

Agar penelitian tidak terlalu meluas dan penelitian ini bisa mencapai tujuan yang telah ditentukan, maka diperlukan batasan masalah yaitu :

1. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah besi cor nodular dengan *grade* FCD 700.
2. Proses yang dilakukan pada FCD 700 dengan pemanasan austenisasi 900 °C dengan waktu penahanan 60 menit lalu di *quenching* dengan variasi waktu dengan menggunakan *saltbath* (KNO<sub>3</sub> dan NaNO<sub>3</sub>) yang kemudian di *austempering* pada suhu 300 dan 400 °C dengan waktu penahan 2, 3 dan 4 jam.
3. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan, dan uji struktur mikro.
4. Peralatan yang digunakan untuk melakukan perlakuan panas telah dikalibrasi
5. Pengaruh proses pembuatan spesimen seperti pemotongan, penggerindaan dan pemolesan terhadap struktur mikro dianggap kecil dan diasumsikan sama untuk masing-masing sampel.
6. Waktu *austempering* pada tiap sampel dengan variasi waktu 2, 3 dan 4 jam.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini meliputi beberapa bab, diantaranya :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini berisikan materi yang digunakan dalam tugas akhir, materi diambil dari buku teks atau jurnal. Materi dapat berupa tabel, gambar ataupun teori yang berhubungan dengan tugas akhir.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisikan tentang metode yang digunakan dalam penelitian, dapat berupa diagram alir penelitian atau sejenisnya.

### **BAB IV DATA DAN ANALISIS**

Bab ini berisikan tentang pembahasan hasil penelitian dan data – data yang didapat dalam melakukan penelitian.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang penulis kerjakan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Berisikan buku acuan atau jurnal yang digunakan penulis dalam tugas akhir.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hayrynen and Kathy, "The Production Of Austempered Ductile Iron (ADI)," 2002.
- [2] W. industries, "Austempered Ductile Iron Castings," 338 South Main St, Cedar Grove, WI 53013, [Online]. Available: <https://willmanind.com>, . [Accessed 28 03 2019].
- [3] T. Surdia and K. Chijjiwa, Teknik Pengecoran Logam, Bandung: November, 1986.
- [4] F. D. Balubun and S. S, "Pengaruh Austemper Ductile Iron Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Ductile Cast Iron ( FCD-45 ),Jurusan Teknik Mesin Universitas Widya Gama Malang," *PROTON*, vol. 10, pp. 18-24, 2018.
- [5] F. Febrianto, "Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Temperatur Dan Holding Time Perlakuan Panas Austemper Terhadap Struktur Mikro, Impact Strength Serta Kekerasan FCD 600, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember," 28-03-2019, Surabaya, 2014.
- [6] "http://www.scribd.com/doc/33664789/Proposal Tugas Akhir Uji Kekerasan.," [Online]. [Accessed Rabu Mater 2020].
- [7] "Jenis Besi Cor dan Kandungannya. pdf," [Online]. [Accessed Rabu Maret 2020].
- [8] N. H. Sari, Material Teknik, Yogyakarta: 04-05-2019, 2018.
- [9] Smith and William F, Structure and Properties Of Engineering Alloys, Professor of engineering University of Central Florida, 1993.
- [10] Aditreatments, "www. Aditreatments.com/diakses 5 september 2019, waktu 21.39 WIB," Austempered ductile iron,, [Online]. Available: 21.39. [Accessed 5 september 2019].
- [11] D. Adriano and S. Gatot , "Analisis Uji Tarik Dan Metalografi Sifat Mekanik Besi Tuang Kelabu (FC-20) Dengan Proses Heat Treatment," *PROTON*, vol. 10, pp. 18-24, 2018.
- [12] A. Mersilia , "Pengaruh Heat Treatrment dengan Vriansi Media Quenching Air Garam dan Oli Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung," 06-04-2019, Lampung, 2016.

- [13] <https://putrigoblog123.blogspot.com>, "Makalah Besi Cor Ilmu Bahan," Sabtu Januari 2015. [Online]. [Accessed Senin April 2019].
- [14] T. Surdia and S. Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Bandung: 01-05-2019, 1984.
- [15] A. B. R and . A. . H. R , "The Effects Of Metallurgical Process Variables On The Properties Of Austempered Ductile Iron," *AMERICAN SOCIETY FOR METALS* , vol. 3, p. 4, 1984.
- [16] M. A. Kenawy , Abdel-Fattah, M. A, Okasha and M. El-Gazery, "Mechanical and Structural Properties of Ductile Cast Iron, Egypt. J.," *PARIPEX - INDIAN JOURNAL OF RESEARCH*, vol. 9 No 2, pp. 151 - 158, 2019.
- [17] T. M and U. Y, "Effect Of Retained Austenite On Properties Of Austempered Ductile Iron Cast Metals," *Cast Metals*, pp. 147 - 155, 1988.
- [18] A. H. R, *Effects Of Metallurgical Process Variabels On Austempered Ductile Irons, Metallurgical Materials*, 1986.
- [19] B. H, E. R and W. L. G, "Stepped heat treatment for austempering of high manganese alloyed ductile iron," in *Materials Science and Technology*, 10 september 2019, 11:40, 1995, pp. 1007-1014.